

Verfahren zum Verändern der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verändern der Ventilsteuerzeiten einer
5 Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Veränderung der Steuerzeiten der Ein- bzw. Auslassventile einer Brennkraftmaschine ist es bekannt, durch eine Nockenwellenverstellung die Position der Einlassnockenwelle zur Auslassnockenwelle zu verändern. Dadurch werden die Öffnungs- und Schließzeiten
10 der Einlassventile durch zwei Einlasssteuerzeiten und die Ventilüberschneidung in bestimmten Drehzahlbereichen angepasst, während Ventilöffnungsdauer und Ventilhub unverändert bleiben (siehe z. B. DE 38 76 762). Darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik variable Ventiltriebe bekannt, bei denen sowohl die Ventilöffnungszeiten als auch der Ventilöffnungsquerschnitt dem Betriebszustand des Motors angepasst werden. So ist
15 beispielsweise aus der DE 196 06 054 C2 ein variabler Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem mit Hilfe eines schaltbaren Tassenstößels der Ventilhub zweistufig einstellbar ist. Ergänzt wird die Vorrichtung durch eine Einrichtung zum Verstellen der Ein- und Auslasszeiten der Gaswechselventile, wodurch u. a. die Zylinderfüllung über einen großen Drehzahlbereich verbessert werden kann.

20

Aufgabe der Erfindung ist es, die Funktionalität eines Nockenwellenverstellers dahingehend zu erweitern, dass neben der Verstellung der Ventilsteuerzeiten durch ein „Verschieben“ der Ventilhubkurve in Richtung Einlass oder Auslass öffnet „früh“ bzw. „spät“ auch eine Veränderung der Ventilöffnungsdauer erreichbar ist.

25

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Zur Verkürzung der Ventilöffnungsdauer wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, während eines Ventilhubes eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung „spät“ vorzunehmen,
30 während in der daran sich anschließenden Grundkreisphase des betreffenden Nockens

eine Verstellung bzw. Korrektur der Nockenwelle in Richtung „früh“ erfolgt. Um die Ventilöffnungsdauer, die durch die Nockenform vorgegeben ist, zu verlängern, wird vorgeschlagen, während eines Ventilhubes einer Verstellung der Nockenwelle in Richtung „früh“ vorzunehmen, während in der sich daran anschließenden Grundkreisphase des

5 betreffenden Nockens eine Verstellung bzw. Korrektur der Nockenwelle in Richtung „spät“ erfolgt. Durch diese Maßnahmen ist auf vorteilhafte Art und Weise die Ventilöffnungsdauer einstellbar; damit wird lediglich durch den Einsatz eines Nockenwellenverstellers eine Funktionalität erreicht, die ansonsten nur beim Einsatz variabler Ventiltriebssysteme möglich ist.

10

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verändern der Ventilsteuerzeiten eignet sich

15 besonders bei einem zweireihigen 6 – Zylinder – Motor mit einer symmetrischen Zündfolge pro Zylinderbank, da hier eine gleichmäßige Aufteilung von Ventilhub und Grundkreisphasen auf der Nockenwelle vorhanden ist.

Das erfindungsgemäße Regelverfahren ist darüber hinaus besonders für die Kombination

20 mit einem variablen Ventiltrieb, bei dem eine Ventilhubumschaltung erfolgt, geeignet, da beispielsweise bei der in der DE 196 06 054 C2 dargestellten zweistufigen Ventilhubumschaltung bei kleinen Ventilhuben die Grundkreisphase der betreffenden Nocken besonders lang ist.

25 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt ein Diagramm, bei dem der Ventilhub auf der Einlassseite der Brennkraftmaschine sowie die Winkelgeschwindigkeit der Nockenwelle dargestellt ist.

30

Das erfindungsgemäße Regelverfahren wird nachfolgend anhand eines 6 – Zylinder – Boxermotors beschrieben, dessen beiden Nockenwellen auf der Einlassseite mit einem Nockenwellenversteller sowie einer zweistufigen Ventilhubumschaltung versehen sind. Derartige Brennkraftmaschinen sind bei der Firma Porsche unter der Modellreihe 996 mit

5 „VarioCamPlus – System“ bekannt, so dass Aufbau und Funktionsweise dieses variablen Ventiltriebs nicht näher beschrieben ist. Mit Hilfe des hydraulisch betätigbaren Nockenwellenverstellers sind die Ventilsteuerzeiten auf der Einlassseite kontinuierlich veränderbar, während durch die zweistufige Ventilhubumschaltung, wie im Diagramm dargestellt, mit einem kleinen Nocken eine Ventilhubkurve A und einem großen Nocken

10 eine Ventilhubkurve B umsetzbar ist. Die Ventilsteuerzeiten sowie der Ventilhub werden in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie z. B. Last oder Drehzahl gesteuert. Ein mögliches Schaltkennfeld eines Ventiltriebes, in dem die unterschiedlichen Betriebsmodi des Ventiltriebes in Abhängigkeit von Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine aufgetragen sind, ist beispielsweise in der DE 196 06 054 C2

15 dargestellt und beschrieben. Solange eine kontinuierliche Drehwinkelverstellung der Einlassnockenwelle zur Auslassnockenwelle bzw. zur Kurbelwelle der Brennkraftmaschine erfolgt, wird lediglich die Ventilhubkurve insgesamt in Richtung „früh“ oder „spät“ verschoben. Die Winkelgeschwindigkeit der Nockenwelle ist, bis auf den eigentlichen Verstellvorgang, wie anhand der punktierten Geraden C im Diagramm dargestellt,

20 konstant.

Im nachfolgenden wird nunmehr das erfindungsgemäße Regelverfahren zur Verkürzung bzw. Verlängerung der Ventilöffnungsdauer mit Hilfe des Nockenwellenverstellers näher beschrieben. Das Verfahren bietet sich insbesondere dann an, wenn die

25 Brennkraftmaschine mit dem kleinen Ventilhub betrieben wird, da die Grundkreisphase der „kleinen Nocken“ besonders lang ist.

1. Verkürzung der Ventilhubkurve

Hier erfolgt während eines Ventilhubes eine Verstellung der Einlassnockenwelle in Richtung „spät“ um den Betrag $\Delta\phi$, während im sich daran anschließenden Grundkreis die Rückstellung bzw. Korrektur der Drehwinkellage der Nockenwelle in Richtung „früh“, vorzugsweise um den Betrag $\Delta\phi$, erfolgt. Dieser Vorgang wiederholt sich, solange die Ventilöffnungsdauer für den betreffenden Betriebszustand der Brennkraftmaschine gegenüber der „normalen“ Ventilöffnungsdauer, die durch den Ventalnocken vorgegeben ist, reduziert werden soll. Damit ist die im Diagramm dargestellte Ventilöffnungskurve D erzeugbar. Korrespondierend zur Ventilöffnungskurve D ist mit der Kurve E die Winkelgeschwindigkeit der Nockenwelle dargestellt, woraus ersichtlich ist, dass während des Ventilhubes eine positive Beschleunigung der Nockenwelle in Richtung „spät“ erfolgt, während in der Grundkreisphase des betreffenden Nockens durch die Rückstellung eine negative Beschleunigung der Nockenwelle in Richtung „früh“ erfolgt.

2. Verlängerung der Ventilhubkurve

In diesem Fall erfolgt eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung „früh“ um einen Betrag $\Delta\phi$ während des Ventilhubes, während im Grundkreis die Nockenwelle in Richtung „spät“, vorzugsweise um den Betrag $\Delta\phi$ wieder korrigiert wird.

Das vorgeschlagene Regelverfahren ermöglicht die Umsetzung einer weiteren Ventilhubgeometrie mit der gleichen Nockenform. Eine Beeinflussung der Ventilhubkurve ist insbesondere dann signifikant, wenn mit dem Nockenwellenversteller eine hohe Verstellgeschwindigkeit umsetzbar ist. Dazu bieten sich insbesondere auch die aus dem Stand der Technik bekannten elektrisch ansteuerbaren Nockenwellenversteller an. Das vorbeschriebene Regelverfahren ist, wie bereits eingangs erwähnt, ohne Einschränkung auf diese Ausführungsform insbesondere für einen zweireihigen 6 – Zylinder – Motor geeignet, da die beispielsweise beim Porsche Boxer- Motor verwendete Zündreihenfolge 1 – 6 – 2 – 4 – 3 – 5 eine Symmetrie in der Zündfolge pro Zylinderbank erzeugbar ist und somit eine gleichmäßige Aufteilung von Ventilhub und Grundkreisphase auf der Nockenwelle gewährleistet ist. Das Regelverfahren ist ebenso auf der Auslassseite der

Brennkraftmaschine einsetzbar, wobei die Auslassnockenwelle in diesem Fall auch mit einem entsprechenden Nockenwellenversteller versehen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verändern der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, mit
mindestens einer Nockenwelle und auf der Nockenwelle drehwinkelversetzt
5 zueinander angeordneten Nocken, die unter Zwischenschaltung entsprechender
Nockenfolgeelemente, wie z. B. Tassenstößel etc., mit ein- oder Auslassventilen der
Brennkraftmaschine zusammenwirken, sowie mit einem an der Nockenwelle
angeordneten Nockenwellenversteller, durch den die Position bzw. Drehlage der
Nockenwelle zur Kurbelwelle veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass
10
 - a) zur Verkürzung der Ventilöffnungsdauer während eines Ventilhubes eine
Verstellung der Nockenwelle in Richtung „spät“ erfolgt, während in der daran
sich anschließenden Grundkreisphase des betreffenden Nockens eine
Verstellung der Nockenwelle in Richtung „früh“ erfolgt, oder
15
 - b) zur Verlängerung der Ventilöffnungsdauer während eines Ventilhubes eine
Verstellung der Nockenwelle in Richtung „früh“ erfolgt, während in der daran
sich anschließenden Grundkreisphase des betreffenden Nockens eine
Verstellung in Richtung „spät“ erfolgt.
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung bei einem
zweireihigen 6 – Zylinder – Motor mit symmetrischer Zündfolge pro Zylinderbank.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung bei einer
25 Brennkraftmaschine, die mit einer Einrichtung zur Ventilhubumschaltung versehen ist.

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verändern der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, mit mindestens einer Nockenwelle und auf der Nockenwelle drehwinkelversetzt zueinander angeordneten Nocken, die unter Zwischenschaltung entsprechender Nockenfolgeelemente, wie z. B. Tassenstößel etc., mit ein- oder Auslassventilen der Brennkraftmaschine zusammenwirken, sowie mit einem an der
- 10 Nockenwelle angeordneten Nockenwellenversteller, durch den die Position bzw. Drehlage der Nockenwelle zur Kurbelwelle veränderbar ist. Es wird vorgeschlagen, dass
- a) zur Verkürzung der Ventilöffnungsdauer während eines Ventilhubes eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung „spät“ erfolgt, während in der daran sich anschließenden
- 15 Grundkreisphase des betreffenden Nockens eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung „früh“ erfolgt, oder
- b) zur Verlängerung der Ventilöffnungsdauer während eines Ventilhubes eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung „früh“ erfolgt, während in der daran sich anschließenden
- 20 Grundkreisphase des betreffenden Nockens eine Verstellung in Richtung „spät“ erfolgt.

Durch das erfindungsgemäße Regelverfahren kann neben der Winkellageverstellung der Nockenwelle auch eine Beeinflussung der Ventilhubkurve umgesetzt werden.

25

(Figur)

Winkelgeschwindigkeit Nockenwelle

